



TITLE:

比熱の対数発散と現象論(II.各報告者のレポート,基研「二次相転移及び不可逆過程の基礎理論研究会」報告)

AUTHOR(S):

高野, 文彦

CITATION:

高野, 文彦. 比熱の対数発散と現象論(II.各報告者のレポート,基研「二次相転移及び不可逆過程の基礎理論研究会」報告). 物性研究 1965, 3(6): 425-426

ISSUE DATE:

1965-03-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/85688>

RIGHT:

その real part) と考えることによつて、実験に対応するような singularity を説明出来る可能性があることを示した。しかし、実験結果もそれほどまだ十分でないし、今後、consistent な理論を作つて行きたい。

(reference)

- 1) R. Kubo, J. Phys. Soc. Japan 17 (1962) 1100.
- 2) M. Suzuki, 物性研究 vol.3 , no. 5 (1965) 317

比熱の対数発散と現象論

高 野 文 彦

2次相転移の Landau 流の現象論で、比熱の対数発散を得るにはどうすればよいかを考える。

一般にある物理量 X を、ある値 x にとめたときの自由エネルギー $F(x)$ は、系のハミルトニアンを \mathcal{H} とすると

$$e^{-\beta F(x)} = \text{Tr} [e^{-\beta \mathcal{H}} \delta(X-x)] \quad , \quad \beta = 1/kT$$

で与えられると考えると、同じ条件の下での内部エネルギー $U(x)$ は

$$\begin{aligned} U(x) &= \text{Tr} [e^{-\beta \mathcal{H}} \mathcal{H} \delta(X-x)] / \text{Tr} [e^{-\beta \mathcal{H}} \delta(X-x)] \\ &= \partial(\beta F(x)) / \partial x \end{aligned}$$

となる。

強磁性体を考え、 X として spin density の Fourier 成分をとり、その値を s_q にしたときの自由エネルギーを s_q について展開し

$$F(s_q) = F_0 + \frac{1}{2} \sum_q f_q s_q s_{-q} + \dots$$

とかく。平衡のときの自由エネルギー F は

二次相転移・不可逆過程

$$e^{-\beta F} = \int \dots \int e^{-\beta F(s_q)} \prod_q ds_q$$

で与えられるが、上の展開を2次まででとめれば

$$F = F_0 + \frac{1}{\beta} \sum_q \log \sqrt{\beta f_q / \pi}$$

となり、内部エネルギー U は

$$U = \frac{\partial(\beta F)}{\partial \beta} = U_0 + \frac{1}{2} \frac{1}{\beta f_q} \frac{\partial(\beta f_q)}{\partial \beta}$$

となる。これは

$$U(s_q) = U_0 + \frac{1}{2} \sum_q \frac{\partial(\beta f_2)}{\partial \beta} s_q s_{-q}$$

を $e^{-\beta F(s_p)}$ を weight として平均したものに等しい。

一方内部エネルギー $U(s_q)$ は、ハミルトニアン の形より

$$U(s_q) = -\sum J(q) s_q s_{-q}$$

で与えられるはずであるから、上式と比べると

$$f_q = \frac{\varphi(q)}{\beta} - J(q) \quad (\varphi(q) \text{ は温度によらない任意関数})$$

となるべきことになる。つまり f_q は T の linear term しか含まれないことになる。 $f_{q=0}$ が $T > T_c$ では正、 $T < T_c$ では負になることは、 T_c を適当にとれば成り立ち、また $\varphi(q)$ に $q^{3/2}$ の項を仮定すれば Abe の理論になる。ただし帯磁率 χ や自発磁化の異常性は説明できない。